

PAT-NO: JP02000156457A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2000156457 A  
TITLE: MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE  
PUBN-DATE: June 6, 2000

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
DAVID, G LOVE	N/A
MORESCO, LARRY L	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
FUJITSU LTD	N/A

APPL-NO: JP11161580

APPL-DATE: June 8, 1999

INT-CL (IPC): H01L025/04, H01L025/18

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method of interconnecting an integrated circuit chip and a board together in the manufacture of a multi-chip module.

SOLUTION: This manufacturing method is carried out through a manner where specially selected dissimilar metal thin pads arranged on a chip and a board are connected together through a solid-state diffusion bonding method instead of that solder bumps mounted on the pads of a chip and a board are made to reflow for making electrical and physical connections such as flip-chip

bonding. As a concrete example, I/O pads 12 on a chip 10 are made of aluminum or aluminum alloy and arranged in an array so as to come into physical contact with the corresponding metal pads or metal laminate 18 pads 16 on a board 14, and the metal is bonded to aluminum by diffusion. Thereafter, a combination of a chip and a board is heated in a controlled atmosphere at a certain temperature for a certain time enough for creating a solid diffusion bonding.

COPYRIGHT: (C)2000, JPO

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-156457

(P2000-156457A)

(43)公開日 平成12年6月6日(2000.6.6)

(51)Int.Cl.

H 01 L 25/04  
25/18

識別記号

F I

H 01 L 25/04

マーク(参考)

Z

審査請求 未請求 請求項の数5 OL (全6頁)

(21)出願番号 特願平11-161580

(22)出願日 平成11年6月8日(1999.6.8)

(31)優先権主張番号 109655

(32)優先日 平成10年7月2日(1998.7.2)

(33)優先権主張国 米国(US)

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号

(72)発明者 ディヴィッド ジー ラヴ

アメリカ合衆国, カリフォルニア 94588,  
プレザントン, トゥウェルヴ・オークス・  
ドライヴ 1

(72)発明者 ラリー エル モレスコ

アメリカ合衆国, カリフォルニア 94070,  
サン・カルロス, ガーネット, アヴェニュー  
112

(74)代理人 100070150

弁理士 伊東 忠彦 (外1名)

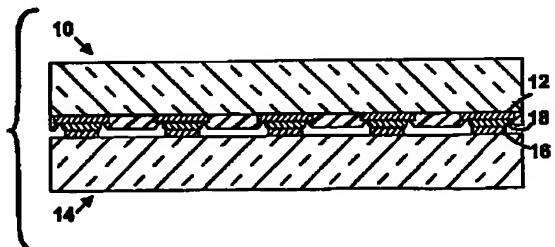
(54)【発明の名称】 半導体デバイスの製造方法

(57)【要約】

【課題】 本発明はマルチチップモジュールの製造中の基板への集積回路チップを相互接続させる方法を提供する。

【解決手段】 フリップチップ結合にて行われるようなチップ及び基板のパッドに取付けられたはんだバンプをリフローすることによる電気的及び物理的結合を形成させることに代わり、チップ及び基板上に配置された特別に選択された異種金属薄型パッドが固体拡散ボンディング方法により接続される。1つの具体例において、チップ上のI/Oパッドはアルミニウム又はアルミニウム合金から作られ、基板の相当する金属パッド又は金属積層パッドと物理的に接觸するように配列配置され、該金属はアルミニウムと拡散結合される。その後チップ(類)及び基板の組合せは制御された雰囲気内で、固体拡散ボンディングが生じるように十分な時間ある温度で加熱される。

物理的に接觸させ、固体拡散結合されるように配置された  
図2の集積回路チップのボンディングと基板の金属積層パ  
ッドを示す側面図



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 アルミニウムポンディングパッドを有する部品を設け、ポンディングパッドを有する基板を設け、基板のポンディングパッド上にカドミウム、ガリウム、ニッケル、スズ、及び亜鉛から成る群から選ばれる元素から成る層を形成し、部品のアルミニウムポンディングパッドを基板のポンディングと整列させ、部品のアルミニウムポンディングパッドを基板のポンディングパッドと物理的に接触させ、部品のアルミニウムポンディングパッドと基板のポンディングパッドとの間に固体拡散結合を形成させることから成る半導体デバイスの製造方法。

【請求項2】 部品のアルミニウムポンディングパッドを基板のポンディングパッドと整列される工程は、更に、

部品と基板との間にスプリットーフィールドビューアを介在させ、

部品のアルミニウムポンディングパッドを基板のポンディングパッドに整列させるためにスプリットーフィールドビューアを用いることから成ることを特徴とする請求項1記載の方法。

【請求項3】 部品のアルミニウムポンディングパッドと基板のポンディングパッドとの間に固体拡散結合を形成させる工程は、更に、

物理的に接触した部品のポンディングパッドと基板のポンディングパッドを実質的に100と150°Cの間の温度で、固体拡散結合を形成するのに十分な時間加熱することから成ることを特徴とする請求項1記載の方法。

【請求項4】 物理的に接触した部品のポンディングパッドと基板のポンディングパッドを加熱する工程は、更に、

物理的に接触したパッドを約30分と1時間の間の時間加熱することから成ることを特徴とする請求項1記載の方法。

【請求項5】 部品は集積回路チップであることを特徴とする請求項1記載の方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は半導体デバイスの製造方法に関し、特にマルチチップモジュールに関して、さらに具体的には異質金属の固体拡散ポンディングにより集積回路チップと基板との間の相互接続を形成する方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】マルチチップモジュール(MCM)は1つ以上の集積回路チップを搭載した基板である。典型的には基板(例えばチップキャリア)はチップ用のポンディングパッドを含み、パッドは一連の導電性配線によ

りパッケージ用コンタクトパッド又は基板上の他のポンディングパッドへ接続される。よって導電性配線は共通の基板上に搭載された複数の素子用の相互接続ネットワーク又はI/O経路を形成する。基板への集積回路チップ又は他の構成部品を電気的に接続させるための他の方法があるが、最も一般に利用されている方法にはフリップチップポンディング、ワイヤーボンディング、とテープオートメティッドボンディング(TAB)がある。

【0003】フリップチップ(又ははんだバンプ)ボンディングにおいて、はんだバンプはチップのI/Oパッド上に置かれ、リフローされチップパッドと結合を形成する。チップはフェースアップ状態でホルダーに置かれ、ひっくり返され(つまりフェースダウンされ)基板上の相当する導電性ボンディングパッドに配列される。その後チップパッド及び基板パッドを物理的に接触させる。はんだは熱を印加されることによりリフローし、バンプはボンディングパッドと融着され、チップI/Oパッドと基板との間に電気的及び構造的接続の双方を生じさせる。ワイヤーボンディング方法において、チップはフェースアップ状態で基板に取付けられたのち、薄型金又はアルミニウムワイヤーがチップのI/Oパッドと基板のボンディングパッドとの間に接続される。ワイヤーは熱圧着、サーモソニック又は超音波溶接により2組のパッドへ接続される。TABボンディングにおいて、チップはフェースアップ状態で基板に取付けられたのち、チップのI/Oパッドはリフローイング又は熱圧着/超音波ボンディング金属及び/又はテープ上に置かれたはんだバンプのいずれかにより、ポリイミドフィルムテープ上の金属パッドへ結合される。

【0004】チップを基板へ相互接続される上述した各方法には、固有の長所及び短所がある。フリップチップ方法は高密度なI/O相互接続を提供し、よって最も小さいMCMを製造することが可能である。I/O接続はチップの周辺又はその内部で行われる。フリップチップ結合は良好な電気的接続を提供するが、はんだ接合は一般的に低熱放射能力(低熱伝導率)を示す。別の短所はパッド間のはんだ接合部の完全さが、熱的に誘発された金属疲労(構成成分間の熱膨張差)と補足されたはんだ融剤又は汚染物質により引き起こされる腐食により劣化される。はんだがリフローされるときに、密接に配置されたバンプ間の間隔は狭くなる。加えて、はんだはリフローさせるのに十分な温度まで加熱しなければならないので、フリップチップボンディングは熱過敏性構成部品(つまりはんだがリフローする温度まで加熱されたときに損傷を受け、又は許容できないほどに電気的特性が変化する構成部品)への使用には適さない。

【0005】ワイヤーボンディングは発達した技術ではあるが、ワイヤーボンディングに使用されるワイヤーは意図的にかなり薄型であり、それによって失敗せずにワ

イヤーを移動させる性能が制限される。加えて、ワイヤーのリードイングクタンス及び抵抗は相互接続の電気的性能の悪化を生じさせる。ワイヤーボンド接続はフリップチップ相互接続よりも多くのフットプリントを有し、従ってフリップチップ結合したMCMよりも比較的大きな基板が必要となる。ワイヤーは他の相互接続方法と比較して、比較的長い信号伝播路をも形成する。さらに、合金生成の結果としての相互接続の脆弱性は結合の破壊を引き起こす（例えば、これは金ワイヤーボンドとアルミニウムパッド間の問題である）。

【0006】TAB相互接続にはワイヤーボンディングよりも小さなボンディングパッド及びピッチを与える利点がある。しかしながら、ワイヤーボンディング同様にTABはペリメータI/Oパッドを有するチップの相互接続に限られる。典型的には、このことはフリップチップ技術を用いて得られるものより全体のI/O密度は低くなる。TAB相互接続は、一般にはフリップチップ結合が有するよりは高い静電容量と大きな寄生インダクタンスをも有する。結局、TAB組立品は通常各チップ設計に対して異なる組工が必要であるので、TABは比較的高価なボンディング方法である。

【0007】現在利用可能な方法の多くの長所を保持したままこれらの方法のいくつかの短所を克服し、基板へ集積回路チップを相互接続される方法が望まれている。フリップチップボンディングの長所を有し、その方法の欠点は有さない基板へチップを相互接続させる方法が特に望まれている。

#### 【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上述の点に鑑みてなされたものであり、マルチチップモジュールの製造中に基板へ集積回路チップを相互接続させる方法を提供することを目的とする。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】上記の目的は、フリップチップボンディングにおいて行われるようなチップ及び基板のパッドに取付けたはんだバンプをリフローさせることによる電気的及び物理的結合を形成させるのに代わり、特別に選択された異種金属の薄型パッドをチップ及び基板上に形成させ、固体拡散ボンディング方法により接続されることにより達成される。チップ上のI/Oパッドは典型的にはアルミニウム又はアルミニウム合金から作られる。これらのパッドは、相当する金属基板パッド又は基板パッドと物理的に接触するように配列配置され、適切な金属層がパッド上に形成され、該金属はアルミニウムと固相拡散結合を形成することができる。その後、チップ類と基板の組合せは制御された雰囲気内で、固体拡散結合を形成するのに十分な温度で加熱される。

【0010】本発明の相互接続方法は多くの利点を有する従来方法の多くの欠点を克服する代替方法である。相

互接続の距離は他の方法で形成されたものより短く、短い信号伝播路が生じる。拡散結合は良好な電気的特性を示し、低抵抗、低インピーダンス信号路が生じる。集積回路チップのボンディングパッドにアルミニウムが用いられるなら、該方法は他の相互接続方法よりも少ない処理工程で済む。このことは、集積回路チップの追加的処理を行い（例えばフリップチップボンディングで行われるようなはんだバンプを形成させること）、薄型ワイヤーの2つの末端を接続させ（ワイヤーボンディングで行われるような）、又はテープを組立て配列させる（TABで行われるような）必要がないということである。はんだのリフローを必要としないので、隣接する相互接続間の電気的距離を短くする危険はフリップチップ法と比較して減少する。このことは、他のボンディング方法を用いて可能であった密度よりはチップ及び基板のボンディングパッドを高密度（よって相互接続密度が高くなる）を可能にする。加えて、はんだリフローで要求される温度よりも低い温度で拡散結合が行われるので、該方法による熱過敏構成部品の損傷は起こりにくい。

#### 【0011】

【発明の実施の形態】本発明はチップキャリアのような基板へ集積回路チップを相互接続させる方法に関するものである。相互接続操作はマルチチップモジュール（MCM）製造中に代表的に起きる操作である。該方法はチップを基板に接続する通常の場合に適用できるが、チップのパワーサイクリングの間に相互接続にかかる最小のひずみがある場合において本発明を利用することが望ましい。このことは相互接続にわたって温度差が小さい、又は基板が柔軟な材料から製造されている場合で起る。低熱膨張係数を有する基板材料（例えば窒化アルミニウム）も本発明の他の特徴を有して利用するのに十分適する。説明されるシナリオは、接合部と接合部のいずれかの側における材料の間の熱膨張係数のミスマッチによる相互接続にかかる応力を限定するように働く。よって、低パワーMCM、つまりアクティブクーリングを利用するMCMは、本発明の適用の適切例である。

【0012】限定された熱応力のそのような場合において、相互接続の構造はとても短くなるように作られる。このことは、他のボンディング方法と比較して短い信号伝播路、及び良好な電気的特性（低インピーダンス、低抵抗）を提供する。本発明の発明者らは、固体（又は固相）拡散ボンディング技術はチップ上のI/Oパッドを基板上の金属パッド又は金属めっきパッドへ相互接続させるのに利用され、そのような短い相互接続構造が生じることを認める。本発明の相互接続構造上に拡散結合を形成させるためにどの2つの異種金属が最善であるかを決める目的で、発明者らはいくつかの問題を解決する必要性があることを認識した。

【0013】（1）2つの金属は比較的低い温度（例えば100-150°C）で一方から他方への高い拡散速度

を示すべきである。このことは部品に損傷が生じないのに十分低い温度で結合が形成されることを可能とし、さらに接合成分の熱膨張差に起因する接合上に重要な熱応力が生じないようにする。

(2) 接合の再加工が必要ならば、接合成分は低い共融点を有するべきである。しかしながら、ポンディング温度は接合合金の液相線温度より低くあるべきである。

【0014】(3) 接合の再加工が必要ないならば、又は化学量論と接合が形成するのに用いられるバルク金属の全量が共融化合物ではないことが確実であるなら、接合成分は高い共融点を有する。

(4) 接合材料及びポンディング方法は金属間化合物を形成すべきではなく、よって脆弱性および結果として生じる高い電気抵抗が生じない。

【0015】(5) 2つの材料は同様な比重を有しているべきであり、このことにより拡散工程中の接合を弱めるパッドの膨張及び収縮を妨げる。2つの材料間の相対比重は4倍以内であることが好ましく、2倍以内が望ましい。

(6) 接合材料は比較的低い電気抵抗を有し、例えば銅の電気抵抗のわずか10倍にすぎないことが好ましい。

【0016】(7) MCMの物理的サイズを最小にするために、接合の全膜厚は最小化すべきである(例えば1ミクロン以下)。

(8) 金属は従来の半導体及び電気的パッケージング処理装置に利用可能である。

上記問題の考慮から得られる条件のうち、一方から他方へ高い拡散速度を有する2つの金属の条件と同様な比重を有する条件は本発明のパッド-パッド電気的相互接続によって特有であり、実質的に独特である。そのような条件は電気的パッケージング産業の支配的な一定の相互接続技術であるはんだバンプ、ワイヤーボンディング、及びTABボンディング相互接続技術によっては重要ではない。

【0017】上記条件からみて100以上の多数の金属-金属組合せの調査を考慮した後に、発明者らは本発明のパッド-パッド相互接続及び拡散ボンディング方法に必要な上記条件を満たす以下の金属-金属組合せを発見した。具体的にはアルミニウムとカドミウム、アルミニウムとガリウム、アルミニウムとニッケル、アルミニウムとスズ、とアルミニウムと亜鉛である。調査した組合せに対して、発明者らは組合せの共融点、液化点の金属状態図及び金属間化合物を研究し、拡散率、比重、及び比電気抵抗を研究した。少なくとも以下の金属-金属相互作用は2つの金属の原子構造から予想できなかったことを書き留めておく。具体的には、(1) 2つの金属の共融点、(2) 2つの金属合金の液化点、(3) 2つの金属の金属間化合物の数とそれらの生成条件、と(4) 2つの金属のお互いへの拡散率である。

【0018】アルミニウムはICチップ上の相互接続パ

ッドに通常用いられているが、発明者らはICチップパッケージング技術において、カドミウムと固体ガリウム相互接続パッドの使用には気づかなかった。ガリウムとインジウムの合金は20度で液体はんだとして時々使用される。薄型ニッケル層又は薄型亜鉛層は時々パッド上にめっきされ、はんだリフロー工程の間にハンダへの良好な濡れ性を与える。アルミニウムはICチップパッドに通常用いられており、銅は接続基板中の電気的トレイスに通常使用されているが、これら2つの通常に利用されている金属は、これら2つの金属により生成される金属間化合物の数が多いため、及びお互いへの拡散速度が遅いために、本発明における組合せとしては有用ではない。先行技術における接続構造において、これらの金属は普通2つの金属を分離する單一のはんだバンプの形であるはんだ材料を通してお互いに電気的に結合する。

【0019】発明を実施するにあたり、部品のボンディングパッドがアルミニウムから未だ作られていないなら、実質的に純粋なアルミニウム層(重量で95%以上)が各部品のボンディングパッド上に形成される。カドミウム、ガリウム、ニッケル、スズ、又は亜鉛のいずれかの実質的に純粋な金属層(重量で95%以上)を他の部品の各ボンディングパッド上に形成させる。これらの層は従来の層形成方法(例えば、蒸着、スパッタリング、CVD、めっき)のいずれかで形成される。低成本のため、めっきが現在のところ好ましい。いくつかの電気めっき法及び無電解めっき法(及び相当する浴)は当業者には良く知られている。

【0020】図1は本発明によるアルミニウムボンディングパッド12を有する集積回路チップ10と集積回路パッドへ固体拡散結合される金属層18が形成されたボンディングパッド16を有する基板14の側面図である。図1を参照するに、ボンディングパッド16は基板14表面の下方に溝があるように示されている。そのような場合、層18は目的の膜厚を有するように最終の固体拡散結合が生ずるのに十分な膜厚を有して形成される。基板パッドは図中の溝を有するように示されているが、パッド16は本発明を実施するためには溝を有している必要はなく、しかも溝がある又は溝がない基板パッド及び/又は集積回路パッドの適切な組合せは本発明を実施するのに用いられることが理解できる。

【0021】その後、形成された金属層と基板に取付けられたチップのアルミニウムボンディング(例えばI/O)パッドは、ボンディング工程を容易にするために洗浄される。それからチップのI/OパッドはX、Y、Z及び回転軸で基板パッドに対して正しい位置に整列される。このことはフリップチップボンディング機械を用いて行うことができる。典型的には、そのような機械にはチャック、移動可能な組立プラットホーム、及びスプリットフィールドビューアーがある。例えば、チップがチップキャリア又は基板にボンディングするときには基

板はフェースアップ状態でチャックに置かれ、チップはフェースアップ状態で移動可能なプラットホームに配置される。それからプラットホームは180度回転し、チップをフェースダウン状態にする。次にチップは基板に對しておおよその位置に整列されるように移動させ、数ミリメーター基板から離れている。スプリットーフィールドビューアはチップと基板との間に置かれ、使用者にチップと基板のそのときの画面を提供するように用いられる。これらの画面を用いて、使用者はチップのパッドと基板の相当するめっきされたボンディングパッドを調整する。典型的には、結合されるべき2つの部品のそれぞれには、精密な調整に用いられる十字線の調整マークがある。スプリットーフィールドビューアを使用するに代わり、部品は部品の1つの位置を空間内(X, Y, 及びZ軸に関して)で正確に測定することにより整列されたのち、他の部品を正しい配列へ移動されることも注目すべきである。

【0022】図2は本発明の方法による集積回路チップ10のボンディングパッド12と図1の基板14の金属積層パッド14がどのように整列されるかを示す側面図である。十分に長い分離距離で十分に長いボンディングパッドを有する部品によって、他の調整方法が利用される。これらの他の方法には手動で又は自動配置装置による整列を行うことが含まれる。

【0023】チップと基板のパッドは一旦正しく調整されれば、スプリットーフィールドビューアは元に戻り、チップを保持している粗立プラットホームは下がりチップのパッドが基板のめっきされたボンディングパッドと物理的な接触が生じるようにさせる。それから固体拡散ボンディング操作が実施される。これは適切な温度と圧力を印加し、結合位置で2つの材料の固体相互拡散を生じさせることを意味する。使用する金属にもよるが、典型的な拡散操作には整列されたチップ及び基板を100-150°Cの温度で、固体(固相)拡散結合を形成するのに十分な時間(例えば1時間)加熱する操作がある。このことによりチップと基板は電気的に接続するボンディング接合が形成する。上述のように、基板又は集積回路チップは、時々0.5ミクロン程の溝のあるパッドを有する。そのような場合、固体拡散結合が形成される前に、各基板パッド(例えばめっきにより)上に十分な金属が形成され、約1ミクロンの膜厚(溝のある基板パッドの場合には基板表面上に約0.5ミクロン)を有する金属層が生じる。このことにより目的サイズである最終の相互接続構造が生じる。

【0024】上述のように、めっきが施された基板パッドをチップパッドへ正しく調整させ、それぞれのパッドを物理的に接触するように配置させた後で、基板とチップのパッドの組合せは制御された(中立または減少)雰囲気内で、150°Cの温度で十分な時間加熱され固体拡散結合が生じる(アルミニウム-カドミウム及びアルミ

ニウム-スズの場合は約30分で、他の金属-金属の組合せでは約45分から1時間である)。生成した2つの金属の固体相互拡散は固体金属結合を生じる。そのような固体拡散結合は混ざった原子の少なくとも10原子単層を有することによる特徴付けられる。混合物の共融点は150°C(アルミニウム-カドミウム系の場合には321°C)よりもかなり高いので液体状態は生じない。それから結合した部分は制御された雰囲気内で室温(約25°C)に冷却され、結合は固体のままである。次に結合された部品は残りの組立工程に回される。金属結合は電気的に伝導性があり、金属導体として働く(カドミウムは水銀及びテルルと混合させると半導体を形成することは知られているが、アルミニウムとは半導体を形成しないことは注目すべきである)。図3は本発明による物理的に接触させ固体拡散結合されるように配置された図2の集積回路チップ10のボンディングパッド12と基板14の金属積層18パッド16を示す側面図である。

【0025】集積回路チップを基板へ相互接続させる目的の方法には、現在利用されている方法と比べて多くの利点がある。集積回路チップへの追加的工程は必要なく、よって特別な構造(例えばはんだボール)の形成を必要とする方法に比べてコストを低減できる。固体拡散ボンディングは比較的低い温度で行われるので、温度により誘発されるチップ類又は基板類への損傷は避けることができる。本発明の方法により良好な電気的特性を有する短い相互接続と、フリップチップ結合のように腐食問題を受けない接合が生じる。本発明を実施するにおいて柔軟な基板を用いるならば、相互接続はフリップチップ結合よりは熱的に誘発される金属疲労をも受けない。

【0026】本発明はマルチチップモジュールの製造に関連して説明されたが、他の製造工程にも応用できる。例えば、赤外線検出器またはプラットパネルディスプレイのアレーボンディングに利用可能である。ここで用いた用語及び表現は説明の用語として用いられ、意味を限定するものではなく、図示及び説明された、又はそれの部分の特徴と同等のものを排除する用語及び表現のように用いることを意図しておらず、特許請求された発明の範囲内で多様な変形は可能であると認められる。

【0027】  
【発明の効果】以上説明してきたように請求項に記載される本発明によれば、集積回路チップを基板に相互接続させる固体拡散ボンディングは、集積回路チップへの追加的な工程は必要なく、よって特別な構造(例えば、はんだボール)の形成を必要とする方法に比べてコスト低減可能である。また本発明による固体拡散ボンディングは比較的低温度で行われるので、温度によるチップ類又は基板類への損傷を避けることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明の方法によるアルミニウムボン

ディングパッドを有する集積回路チップと集積回路パッドへ固体拡散結合される金属層が形成されたポンディングパッドを有する基板の側面図である。

【図2】図2は、本発明の方法による図1の集積回路チップのポンディングパッドと基板の金属積層パッドがどのように整列されるかを示す側面図である。

【図3】図3は、本発明による物理的に接触させ、固体拡散結合されるように配置された図2の集積回路チップ

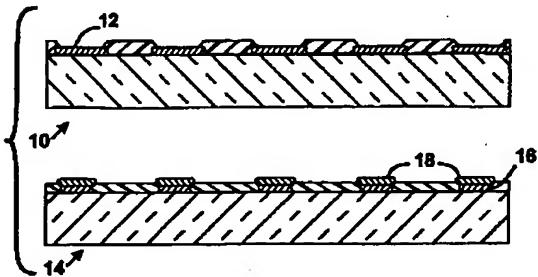
のポンディングパッドと基板の金属積層パッドを示す側面図である。

【符号の説明】

- 10 集積回路チップ
- 12 アルミニウムポンディングパッド
- 14 基板
- 16 ポンディングパッド
- 18 金属層

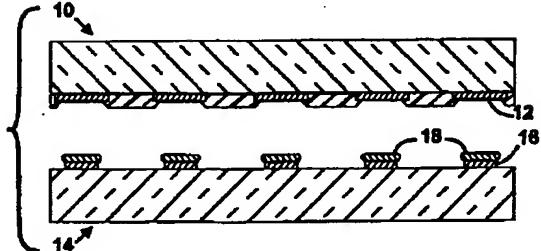
【図1】

アルミニウムポンディングパッドを有する集積回路チップ（上）とポンディングを有する基板（下）の側面図



【図2】

図1の集積回路チップのポンディングパッドと基板の金属積層パッドがどのように整列されるかを示す側面図



【図3】

物理的に接触させ、固体拡散結合されるように配置された  
図2の集積回路チップのポンディングと基板の金属積層パ  
ッドを示す側面図

